

doi: 10. 3969/j. issn. 1005- 8141. 2013. 01. 003

科技资源要素投入对区域经济增长差异的效应分析

陈晓丽, 李 恒, 范 斐
(华东师范大学 资源与环境科学学院, 上海 200241)

摘要:科技资源是推动区域经济增长的第一要素和不竭动力。运用非参数的 Malmquist 生产力指数法, 把全要素生产率指数分解为科技进步、纯技术效率和规模效率 3 个部分, 然后利用面板数据测算科技资源要素投入对全国 31 个省级区域经济增长差异的影响。结果表明, 研究期内全要素生产率指数年均处于下降阶段, 其变化趋势是科技进步指数与技术效率变化指数共同作用的结果; 而在不同的省级区域, 科技资源要素的投入对区域经济增长的贡献不同, 大部分省市区的全要素生产率指数处于下降阶段, 技术进步的变动是带动省级区域的经济增长效率下降的主要原因。

关键词:Malmquist 生产力指数; 科技资源要素; 区域经济增长差异
中图分类号:F204 **文献标志码:**A **文章编号:**1005- 8141(2013) 01- 0013- 03

Regional Difference of Economic Growth of Science and Technology Resources Investment Effect Analysis
CHEN Xiao- li, LI Heng, FAN Fei

(College of Resources and Environmental Science, Huadong Nomnal University, Shanghai 200241, China)

Abstract:The scientific and technological resources were the first elements of regional economic growth and the inexhaustible power. This paper, by means of DEA- Malmquist productivity index approach, divided total factors productivity(TFP) into three parts. That were science and technology progress, pure technical efficiency and scale efficiency. And then, this paper estimated the effect of scientific and technological resources input on disparities in regional economic growth of 31 provinces in China. The estimating result showed that during the research period, the annual TFP of all regions was declining, which was the result of combined effect of both technology progress index and technical efficiency index. While the contribution of scientific and technological resources input to regional economic growth was vary from one province to another. The TFP of most provinces was declining and technology change was a main influencing factor in provincial economic growth declining.

Key words:Malmquist productivity index; science and technology resources; regional economic growth disparity

新古典经济学家保罗·罗默的内生经济增长模型提出, 技术进步是经济增长的核心。随着科技经济一体化进程的不断加深, 科技对经济增长的贡献率不断提高。研究表明, 经济增长的要素投入效应表现为资源要素对经济增长的拉动和技术创新与社会发展的推动作用, 而要素投入以及生产率提高一直是我国经济持续增长的两大大源泉, 尤其是科技资源要素投入能带来经济的高速增长^[1, 2]。科技资源是指科技活动所需要的各种投入要素, 即科技人力资源、科技财力资源、科技物力资源、科技信息资源、科技组织资源等要素的总称, 是由科技资源各要素及其次一级要素相互作用而构成的系统, 它们都是科技投入产出活动中不可或缺的要 素^[3]。但必须指出的是, 在经济快速发展的同时也存在诸如区域科技发展不平衡、科技资源配置效率低下等一系列问题^[4, 5]。特别是自主创新能力不足, 过度依赖外来技术与资金所导致的“自主知识产权

瓶颈”严重制约着中国向现代化迈进的步伐^[6]。因此, 研究区域经济增长差异的科技资源要素投入效应, 对合理分配科技资源, 提高区域科技资源配置效率, 缩小地区科技发展差异, 实现国民经济的转型发展和创新驱动具有极其重要的意义^[7]。

1 研究理论与方法

1.1 指标体系的选取及数据来源

本文研究对象为全国 31 个省市区(港澳台除外), 研究期间为 1998—2010 年。由于影响省级区域经济增长的科技资源配置因素较多, 为了便于分析和突出各地区科技资源配置要素对区域经济增长的作用机制, 在遵循科学性、独立性、动态性等原则的基础上, 对评价指标进行设置和筛选。从输入与输出的角度来考虑科技资源配置对区域经济的作用。在输入方面, 科技人力资源和科技财力资源是区域经济发展的基本要素和科技生产得以进行的先决条件, 科技物力资源是区域经济增长的物质基础与有效保障, 区域为开展科技活动而进行的科技固定资产投资在一定程度上体现了区域科技物力资源要素的丰裕程度。鉴于此, 本文分别用科技活动人员数(万人)、科技经费筹集总

收稿日期: 2012- 11- 21; 修订日期: 2012- 12- 13
基金项目: 国家自然科学基金项目(编号: 41201105)资助。
第一作者简介: 陈晓丽(1989-), 女, 福建省泉州人, 硕士研究生, 主要从事城市与区域创新研究。
通讯作者: 范斐(1984-), 男, 河南省南阳人, 博士研究生, 主要从事区域创新、地缘战略研究。

额(亿元)与科技固定资产投资(亿元)表征科技人力资源、科技财力资源与科技物力资源。在输出方面,分别用国内生产总值(亿元)与财政总收入(亿元)表征区域经济发展水平。本文数据主要来自1999—2011年《中国统计年鉴》与1999—2011年《中国科技统计年鉴》。

1.2 Malmquist 生产力指数模型

马尔奎斯生产力指数(Malmquist Productivity Index)是由瑞典经济学和统计学家 Sten Malmquist 在 1953 年提出的,Caves 等于 1982 年将其思想运用到生产分析中,并将其命名为 Malmquist 生产率指数^[8-10]。以 t 时期技术 T 为参照,基于产出角度的 Malmquist 指数为:

$$M_0^t(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \frac{d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t(x_t, y_t)} \dots\dots\dots (1)$$

以 t+1 期的技术 T 为参照,基于产出角度的 Malmquist 指数为:

$$M_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \frac{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \dots\dots\dots (2)$$

为了避免时期选择的随意性可能导致的差异,Caves 等用式(1)和式(2)的几何平均值即式(3)来衡量从 t 时期到 t+1 时期的 Malmquist 指数:

$$M_0(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \left[\frac{d_0^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^t(x_t, y_t)} \times \frac{d_0^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_0^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \dots (3)$$

式中,(x_{t+1}, y_{t+1})和(x_t, y_t)分别表示(t+1)时期和 t 时期的投入产出向量;d₀^t和 d₀^{t+1}分别表示以 t 时期技术 T 为参照,t 时期和(t+1)时期的距离函数。

Malmquist 指数还可做进一步分解,Fare 等^[11]将其分解成技术进步、技术效率变动和规模效率变动三部分(简称 F 模型),但其分解方法存在逻辑上的错误。Ray 和 Desli 针对该问题对 F 模型进行了修正(简称 RD 模型)。为此,关于 Malmquist 指数的分解产生了较大的争论,最终 RD 模型的正确性基本得到了认可。两种模型的分解方法如下:

F 模型的分解方法为:

$$M(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \frac{d_{t+1}^V(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_t^V(x_t, y_t)} \times \left[\frac{d_t^C(x_t, y_t)}{d_{t+1}^C(x_t, y_t)} \times \frac{d_t^C(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_{t+1}^C(x_{t+1}, y_{t+1})} \right]^{1/2} \times \frac{d_{t+1}^C(x_{t+1}, y_{t+1})/d_{t+1}^V(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_t^C(x_t, y_t)/d_t^V(x_t, y_t)} \dots\dots\dots (4)$$

RD 模型的分解为:

$$M(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \frac{d_{t+1}^V(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_t^V(x_t, y_t)} \times \left[\frac{d_t^V(x_t, y_t)}{d_{t+1}^V(x_t, y_t)} \times \frac{d_t^V(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_{t+1}^V(x_{t+1}, y_{t+1})} \right]^{1/2}$$

$$\times \left[\frac{d_t^C(x_{t+1}, y_{t+1})/d_t^V(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_t^C(x_t, y_t)/d_t^V(x_t, y_t)} \times \frac{d_{t+1}^C(x_{t+1}, y_{t+1})/d_{t+1}^V(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_{t+1}^C(x_t, y_t)/d_{t+1}^V(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \dots\dots\dots (5)$$

式中,TE_Δ、T_Δ和 S_Δ分别表示技术效率变动、技术进步和规模报酬变动,V 表示规模报酬可变 VRS 形式,C 表示规模报酬不变 CRS 形式。从两种分解方法上清楚地看出 F 模型和 RD 模型在技术效率分解上是一致的,不一致的是对技术进步和规模报酬的分解。F 模型承认现实技术是 VRS 的形式,并据此计算了技术效率变动和规模报酬变动。但是在计算技术进步时却舍弃了现实的 VRS 技术,反而采用了假设的 CRS 技术,因此对 Malmquist 指数的正确分解应是国内运用较少的 RD 模型,而不是运用较多的 F 模型^[12]。鉴于此,本文将采用 RD 模型的分解方法对全要素能源效率的 Malmquist 指数进行分解。

2 评价过程与结果

本文将每个省级区域看成是一个 DMU,借助 DEAP 2.1 软件包,运用 Malmquist 生产力指数模型,求得各省级区域 1998—2010 年期间的 Malmquist 生产力指数和各构成部分的变化情况(表 1),并将 Malmquist 全要素生产力指数(TFP)分解为科技进步指数(TP)与技术效率变化指数(TE),其中技术效率变化指数又可分解为纯技术效率指数(PTE)和规模效率指数(SC)即,TFP= TP×TE,TE= PTE×SC。

表 1 我国省级区域 1998—2010 年经济增长的 Malmquist 生产力指数及其分解

年份	全要素生产率指数 (TFP)	科技进步指数 (TP)	技术效率变化指数 (TE)	年份	全要素生产率指数 (TFP)	科技进步指数 (TP)	技术效率变化指数 (TE)
1998-1999	1.0152	1.0082	1.0069	2004-2005	0.9965	0.9502	1.0487
1999-2000	0.9130	0.9136	0.9972	2005-2006	0.9831	1.0288	0.9556
2000-2001	1.0016	0.9978	1.0088	2006-2007	0.9956	1.0725	0.9283
2001-2002	0.9598	0.9827	0.9563	2007-2008	0.9713	0.9397	1.0336
2002-2003	0.9889	0.9672	0.9706	2008-2009	0.9095	0.9036	1.0066
2003-2004	0.9615	0.9537	1.0082	2009-2010	1.0215	1.0093	1.0120

2.1 TFP 的构成及其变化趋势分析

从表 1 可见,在研究期内全国经济增长效率的全要素生产率指数仅在 1998—1999 年、2000—2001 年、2009—2010 年 3 个时间段大于 1,其余大多数时间段小于 1 且波动较大,年均增长-2.94%,其变化是科技进步指数与技术效率变化指数共同作用的结果。全国经济增长的技术效率变化指数 12 年来一直在原有的基础上徘徊,年均下降 0.60%,而技术进步指数却年均下降 2.26%。这说明技术进步指数对全国经济增长效率的全要素生产率指数贡献较大,而技术效率变

化指数对全要素生产率指数的贡献不明显。与此同时,科技进步的增长率为负值并不是指科技退步,而是指科技进步的增长速度变慢,这也从一个侧面反映出我国科技发展的现状。即虽然我国的整体科技实力获得显著增强,科技进步为经济发展也作出了重要贡献,但也不排除科技资源配置效率降低,自主创新能力不足,过度依赖外来技术与资金所导致的“自主知识产权瓶颈”等问题,整体上仍需进一步挖掘科技进步对经济增长的驱动作用。

2.2 TE 的构成及其变化趋势分析

本文将技术效率变化指数进一步分解为纯技术效率指数和规模效率指数(图1)。由图1可见,技术效率变化指数在纯技术效率指数与规模效率指数的共同作用下,呈现出近似于“W”波浪型的变化趋势。纯技术效率指数与规模效率指数分别在2001—2002年、2005—2006年、2006—2007年3个时间段达到较低水平,两者相互耦合使技术效率变化指数在这3个时间段分别达到了波谷底端;而在2003—2004年、2004—2005年、2007—2008年3个时间段,由于纯技术效率指数与规模效率指数都处于相对峰值水平,因此技术效率变化指数在这些阶段也处于高位。研究期内,纯技术效率指数的均值为0.9969,规模效率指数的均值也为0.9969,两者在保留四位有效小数的情况下达到了一致。这说明全国经济增长的纯技术效率指数与规模效率指数都存在改进的空间,未来经济发展应更加注重改进生产技术,优化科技资源配置,提高科技资源利用效率,从而达到技术最优化的目的。

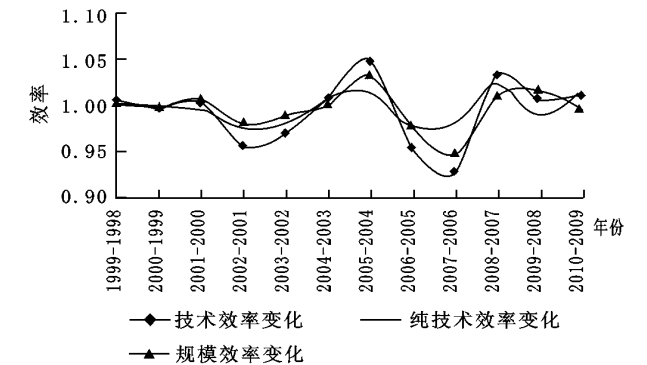


图1 经济增长综合技术效率变化指数(TEC)及其构成

2.3 省级区域 Malmquist 效率指数差异

通过 Malmquist 生产力指数模型可得到 31 个省级区域经济增长的全要素生产率指数的测算结果(表2)。该指数大于1,表示样本研究期间经济发展效率水平提高;该指数小于1,表示经济发展效率水平下降;技术效率变化指数大于1,表示研究期间技术效率提升,反之表示下降;技术变动指标大于1,表示样本期间技术进步,反之表示技术进步恶化;纯技术效率和

规模效率都是从投入产出层面讲的生产技术效率和生产规模效率。

表2 1998—2010年省级区域 Malmquist 效率指数及其分解指标

DMUi	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素生产率	DMUi	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素生产率
北京	0.9977	1.0584	0.9991	0.9986	1.0559	湖北	1.0040	0.9648	0.9976	1.0065	0.9686
天津	0.9994	1.0030	1.0014	0.9980	1.0043	湖南	0.9983	0.9552	0.9913	1.0020	0.9488
河北	1.0029	0.9499	1.0000	1.0029	0.9526	广东	1.0000	1.0021	1.0000	1.0000	1.0021
山西	0.9783	0.9889	0.9798	0.9985	0.9675	广西	0.9891	0.9307	0.9960	0.9931	0.9408
内蒙古	1.0000	0.9736	1.0000	1.0000	0.9736	海南	1.0000	1.0060	1.0000	1.0000	1.0060
辽宁	0.9673	0.9909	0.9951	0.9720	0.9584	重庆	0.9944	0.9814	1.0027	0.9917	0.9759
吉林	0.9768	0.9647	0.9844	0.9923	0.9424	四川	0.9947	0.9679	0.9905	1.0042	0.9628
黑龙江	0.9930	0.9667	0.9947	0.9983	0.9500	贵州	0.9918	0.9817	0.9975	0.9942	0.9736
上海	1.0230	1.0648	1.0195	1.0034	1.0892	云南	0.9818	0.9922	0.9984	0.9834	0.9741
江苏	1.0033	0.9855	1.0008	1.0030	0.9887	西藏	0.9664	0.9499	1.0000	0.9664	0.9180
浙江	0.9857	0.9869	0.9781	1.0078	0.9727	陕西	0.9872	0.9831	0.9895	0.9977	0.9705
安徽	0.9534	0.9739	0.9618	0.9912	0.9285	甘肃	0.9925	0.9568	0.9937	0.9989	0.9497
福建	0.9933	0.9667	0.9963	0.9970	0.9602	青海	1.0400	0.9463	1.0452	0.9950	0.9842
江西	0.9691	0.9411	0.9779	0.9910	0.9120	宁夏	1.0084	0.9564	0.9855	1.0182	0.9597
山东	0.9952	0.9708	1.0000	0.9952	0.9662	新疆	1.0265	0.9620	1.0269	0.9996	0.9874
河南	0.9974	0.9434	1.0000	0.9974	0.9410	平均	0.9934	0.9763	0.9968	0.9967	0.9699

通过表2可见,研究期内31个省级区域经济增长效率的全要素生产率指数的均值为0.9699,表明在整个考察期间,各省级区域的经济增长效率有所下降。将其进行分解,技术效率与技术进步的均值分别为0.9934与0.9763,这说明技术进步的变动是带动省级区域的经济增长效率下降的主要原因。31个省级区域中只有北京、天津、上海、广东、海南的全要素生产率指数大于1,其中增长最快的是上海市(1.0892),这主要是由于这些省区的技术进步起到了关键性的作用。海南虽然经济发展水平一般,但是其技术进步对经济发展的影响较大;而北京、天津、上海、广东分别是我国环渤海经济圈、长江三角洲、珠江三角洲3个经济增长引擎的核心与龙头区域,是典型的高投入、高产出地区,高新技术产业发展迅猛,技术市场相对成熟,科技成果市场化速度较快,技术转化与科技发展的各方面环境与体制机制日臻成熟,科技资源的高投入为经济发展提供了强有力的保障。

从纯技术效率变化指数与规模效率变化指数来看,研究期内各省级区域的均值分别为0.9968与0.9967,都比较接近1。在规模效率变化指数方面,除河北、上海、江苏、湖北、湖南、宁夏、浙江、四川这8个省级区域大于1外,内蒙古、广东、海南这3个省级区域等于1,其余地方的规模效率变化指数均小于1。这说明大部分省级区域科技资源配置对经济增长还没有形成一定规模效应,因此未来应逐步加大科技资源的投入力度。在纯技术效率变化指数方面,各省级区域的纯技术效率变化指数与规模效率变化指数相类似,除天津、上海、江苏、重庆、青海、新疆6个省级区域大

(下转第7页)

- [16] 焦娟玉, 陈珂, 尹春英, 等. 土壤含水量对麻疯树幼苗生长及其生理生化特征的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(16): 4460–4466.
- [17] 熊华, 谷晓平, 于飞, 等. 不同气象条件对小油桐品质的影响[A]. 贵阳 贵州省气象学会 2010 年学术年会论文集[C]. 2010 295–302.
- [18] 何亚平, 费世民, 蔡小虎, 等. 麻疯树构件的生殖配置研究[J]. 四川林业科技, 2009, 30(3): 1–7.
- [19] Gour V K. Production Practices Including Post-harvest Management of *Jatropha curcas* [A]. Biodiesel Conference Toward Energy Independence—Focus on *Jatropha* [C]. India, New Delhi, Rashtrapati Bhawan, 2006 223–251.
- [20] Vania Aparecida Silva, Danielle de Lourdes Batista Morais, Jorge Kakila. Concentração do Círculo de Produção de Pinhão-mansão Por Meio de Podas de Formação ou de Produção [J]. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2012, 47(1): 134–137.
- [21] Ghosh Anup, Chikara J, Chaudhary D R. Diminution of Economic Yield as Affected by Pruning and Chemical Manipulation of *Jatropha curcas* L. [J]. Biomass and Bioenergy, 2011, 35(3): 1021–1029.
- [22] Abdelgadir HA, Johnson SD, Van Staden J. Promoting Branching of a Potential Biofuel Crop *Jatropha curcas* L. by Foliar Application of Plant Growth Regulators [J]. Plant Growth Regulation, 2009, 58(3): 287–295.
- [23] Wu Jun, Liu Yuan, Tang Lin, et al. A Study on Structural Features in Early Flower Development of *Jatropha curcas* L. and the Classification of Its Inflorescences [J]. African Journal of Agricultural Research, 2011, 6(2): 275–284.
- [24] 李靖, 李庆军. 小桐子花的性别与开花时间的相互关系 [J]. 热带亚热带植物学报, 2009, 17(1): 1–4.
- [25] 刘方炎, 李昆, 王小庆, 等. 不同流域麻疯树性别分化及两性花序中雌花数目特征 [J]. 浙江林学院学报, 2010, 27(5): 684–690.
- [26] 罗长维, 李昆, 陈友, 等. 元江干热河谷麻疯树开花结实生物学特性 [J]. 东北林业大学学报, 2008, 36(5): 7–10.
- [27] Makwana Vijay, Shukla Puma, Robin Pushpa. GA Application Induces Alteration in Sex Ratio and Cell Death in *Jatropha curcas* [J]. Plant Growth Regulation, 2010, 61(2): 121–125.
- [28] Pan Bang-zhen, Xu Zeng-fu. Benzyladenine Treatment Significantly Increases the Seed Yield of the Biofuel Plant *Jatropha curcas* [J]. J Plant Growth Regul, 2011, (30): 166–174.
- [29] 林静, 林强, 庞德炳, 等. 攀枝花市麻疯树根际土壤内生菌分布特征 [J]. 微生物学报, 2010, 50(5): 681–686.
- [30] 周建华, 肖银波, 肖育贵, 等. 西南地区麻疯树人工林有害生物种类及化学控灾技术 [J]. 中国森林病虫, 2010, 29(1): 15–18.
- [31] 李化, 陈丽, 唐琳, 等. 西南部分地区麻疯树种子油的理化性质及脂肪酸组成分析 [J]. 应用与环境生物学报, 2006, 12(5): 643–646.
- [32] Deore AC, Johnson TS. Occurrence of Vivipary in *Jatropha curcas* L. [J]. Current Science, 2008, 95(3): 321–322.

(上接第 15 页)

于 1, 河北、内蒙古、山东、河南、广东、海南、西藏 7 个省级区域等于 1 之外, 其余地方的纯技术效率变化指数均小于 1。纯技术效率变化指数值不高, 相对效率较稳定, “追赶效应”不明显, 说明现有的科技资源配置管理模式客观上不能与省级区域经济增长效率的提高相适应。

3 结论与讨论

本文利用 Malmquist 生产力指数通过全国 31 个省级区域 1998—2010 年区域经济增长差异的科技资源要素投入进行分析, 得出以下结论: ①同产业结构调整一样, 技术进步也可提高区域经济发展水平。研究期内, 全国经济增长效率的全要素生产率指数变化是技术进步指数与技术效率变化指数共同作用的结果。技术进步指数对全国经济增长效率的全要素生产率指数贡献较大, 而技术效率变化指数对全要素生产率指数的贡献不明显, 并且它在纯技术效率指数与规模效率指数的共同作用下呈现出近似于 W 波浪型的变化趋势。②在不同的省级区域, 科技资源要素的投入对区域经济增长的贡献不同, 大部分省市的全要素生产率指数处于下降阶段, 技术进步的变动是带动省级区域的经济增长效率下降的主要原因。与此同时, 各省级区域的纯技术效率变化指数与规模效率变化指数历年均值都小于 1, 这说明无论是从纯技术效率变化角

度还是从规模效率变化角度来看, 都有必要改进现有的科技资源配置模式, 从而使区域经济的发展真正能够做到创新驱动、转型发展。

参考文献:

- [1] 张振刚, 陈志明. 经济增长的要素投入效应及其区域差异研究 [J]. 统计与决策, 2011, (6): 124–127.
- [2] 张建伟, 杜德斌, 姜海宁. 江苏省科技人才区域差异演变研究 [J]. 地理科学, 2011, 31(3): 378–384.
- [3] 周寄中. 科技资源论 [M]. 西安: 陕西人民教育出版社, 1999.
- [4] 李福柱. 中国科技人才资源区域差异与类型 [J]. 资源开发与市场, 2005, 21(1): 19–21.
- [5] 陈倩. 环渤海地区海洋科技投入产出比较分析 [J]. 资源开发与市场, 2011, 27(7): 632–634.
- [6] 许庆瑞. 全面创新管理——理论与实践 [M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [7] 范斐, 杜德斌, 李恒. 区域科技资源配置效率及比较优势分析 [J]. 科学学研究, 2012, 30(8): 1198–1205.
- [8] 范斐, 孙才志, 张耀光. 环渤海经济圈沿海城市海洋经济效率的实证研究 [J]. 统计与决策, 2011, (6): 119–123.
- [9] 张林, 肖诗顺, 陈丘. 技术进步对我国农村能源效率的影响分析——基于 Malmquist 指数的分解 [J]. 四川农业大学学报, 2011, 29(4): 570–575.
- [10] 范斐. 海陆统筹下的辽宁沿海经济带海洋经济与陆域经济协同发展研究 [D]. 大连: 辽宁师范大学硕士学位论文, 2011.
- [11] Fare Rolf, Shawana Grosskopf, Lindgren B, et al. Productivity Changes in Swedish Pharmacies 1980–1989: A Non-parametric Malmquist Approach [J]. Journal of Productivity Analysis, 1992, (3): 85–101.
- [12] 章祥荪, 贵斌威. 中国全要素生产率分析: Malmquist 指数法评述与应用 [J]. 数量经济技术经济研究, 2008, (6): 111–122.